

## OPTIMALISASI TEMPERATUR TUANG TERHADAP KEKERASAN PADUAN Al-Si DENGAN MENGGUNAKAN CETAKAN LOGAM

**Choirul Aprilian**

S1 Teknik Mesin Manufaktur, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya

E-mail : [choirulaprilian@mhs.unesa.ac.id](mailto:choirulaprilian@mhs.unesa.ac.id)

**Mochamad Arif Irfa'i**

Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya

E-mail: [arifirfai@unesa.ac.id](mailto:arifirfai@unesa.ac.id)

### Abstrak

Aluminium merupakan logam yang memiliki sifat diantaranya tahan terhadap korosi, ringan, penghantar panas yang baik, dapat ditempa, dan memiliki titik cair yang rendah, sehingga logam ini sangat cocok sebagai bahan baku proses pengecoran. Pada proses pengecoran, banyak variabel yang mempengaruhi sifat mekanis aluminium salah satunya adalah temperatur tuang. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh temperatur tuang terhadap sifat mekanis pada puli cor meliputi kekerasan. Penelitian ini dilakukan dengan memvariasi temperatur tuang yaitu sebesar 680°C, 705°C, 730°C, 755°C, dan 780°C. Proses pengecoran menggunakan bahan baku paduan Al-Si dengan komposisi silikon sebesar 5% serta menggunakan cetakan logam yang sebelumnya dipanaskan terlebih dahulu mencapai temperatur 200°C sebelum logam cair dituang ke dalamnya. Hasil coran selanjutnya dilakukan pengujian menggunakan alat uji kekerasan tipe *Microhardness Vickers*. Hasil pengujian mellihatkan nilai kekerasan meningkat seiring dengan kenaikan temperatur tuang. Kekerasan optimal terjadi pada temperatur tuang 780°C sebesar 113.60 HV.

**Kata kunci:** Paduan Al-Si, Puli, Proses Pengecoran, Temperatur Tuang, Cetakan Logam, Kekerasan

### Abstract

*Aluminium is one of metal that have some characteristics include non-corrosive, light weight, good conductor, malleable, and have low melt temperature. So, this metal is suitable as a raw material of casting process. In the casting process, many variables that affect the mechanical properties of aluminum one of them is the cast temperature. This aims of the study is to identification the affect of cast temperature on mechanical properties of cast pulley include hardness. The temperature variations were used in this study are 680°C, 705°C, 730°C, 755°C, and 780°C. In the casting process were used Al-Si combination as raw material with 5% silicon, and also using metal mold which previously preheated reaches a temperature of 200°C before the molten metal is poured into it. The hardness of cast result is measured using Microhardness Vickers. The result showed the hardness value increases with the increase of cast temperature. The optimum hardness occurred at 780°C cast temperature that has value 113.60 HV.*

**Keywords:** Al-Si Combination, Pulley, Casting Process, Cast Temperature, Metal Mold, Hardness

### PENDAHULUAN

Proses pengecoran merupakan proses pembentukan material dengan melelehkan bahan baku ke dalam tungku peleburan kemudian dituang ke dalam cetakan. Beberapa alternatif sebagai temuan baru terus dikembangkan salah satu contoh yaitu optimalisasi temperatur tuang terhadap kekerasan pada pengecoran puli. Temperatur penuangan pada proses pengecoran merupakan suatu hal yang penting untuk meningkatkan kualitas hasil coran. Temperatur tuang terlalu rendah akan mengakibatkan rongga cetakan tidak akan terisi penuh karena logam cair membeku terlebih dahulu pada saluran masuk, dan jika temperatur tuang terlalu tinggi maka hal ini akan mengakibatkan penyusutan dan kehilangan akan keakuratan dimensi coran. (Mochammad Tofa Wijaya, 2017)

Pengecoran dengan menggunakan cetakan permanen atau *permanent mold* yaitu cetakan yang dapat digunakan berulang kali dan biasanya terbuat dari bahan logam yang

memiliki temperatur cair yang rendah. (H. Alian, 2013) Cetakan logam dipilih dengan alasan puli atau produk yang dicor mempunyai keakuratan dan dimensi puli yang tepat sehingga pekerjaan pemesinan selanjutnya setelah dilakukan pengecoran dapat berkurang.

Puli digunakan di sebagian besar mesin untuk mentransmisikan daya dari suatu poros ke poros yang lain dengan menggunakan sabuk atau *belt*. Namun penggunaan puli dengan bahan dasar aluminium murni pada proses pengecoran terjadi masalah kualitas puli yaitu memiliki tingkat kekerasan rendah yang mengakibatkan puli cepat aus.

Penggunaan aluminium murni pada proses pengecoran kurang memenuhi sifat mekanik seperti kekuatan serta kekerasan material karena aluminium murni sangat lunak. Untuk meningkatkan sifat material tersebut perlu dipadukan dengan unsur-unsur lainnya, seperti Si. Penambahan unsur paduan Silikon pada aluminium

menjawab permasalahan diatas untuk meningkatkan sifat mekanis pada puli. Untuk membuktikannya, penulis melakukan uji material pada puli tersebut seperti uji kekerasan menggunakan metode *Microhardness Vickers*.

## METODE PENELITIAN

### Jenis Penelitian

Jenis penelitian yang digunakan yaitu penelitian eksperimen. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui nilai kekerasan puli setelah dibentuk dengan proses pengecoran. Proses pengecoran dilakukan pada bahan dasar paduan Al-Si dengan variasi temperatur tuang dengan menggunakan cetakan logam.

### Tempat dan Waktu Penelitian

- Tempat penelitian  
Proses pengecoran dilakukan di Laboratorium  $\alpha\beta\gamma$  Landung Sari, Malang. Sedangkan pengujian kekerasan dilakukan di Laboratorium Pengujian Bahan Universitas Brawijaya.
- Waktu Penelitian  
Penelitian dilakukan kurang lebih selama 5 bulan yaitu pada bulan Oktober 2017 sampai dengan bulan Februari 2018.

### Rancangan penelitian

- Proses Pengecoran
  - Menyiapkan alat dan bahan yang digunakan.
  - Menyalakan tungku peleburan.
  - Memasukkan ingot paduan Al-Si ke dalam ladle kemudian dimasukkan ke dalam tungku peleburan.
  - Atur temperatur maksimal pada thermocouple yang terdapat pada tungku peleburan yaitu temperatur 780°C, jika di layar *thermocouple* sudah mencapai temperatur 780°C tunggu sekitar setengah jam sampai ingot aluminium benar-benar mencair.
  - Menuang aluminium cair ke dalam cetakan logam yang sebelumnya dipanaskan terlebih dahulu sampai temperatur 200°C.
  - Tunggu sampai dingin/mambeku dan keluarkan hasil coran pada cetakan.
  - Lakukan seterusnya di temperatur 755°C, 730°C, 705°C, kemudian yang terakhir temperatur 680°C.
- Uji Kekerasan  
Pengujian kekerasan menggunakan *microhardness vickers*. Berikut tahap pengujiannya:
  - Menyiapkan spesimen yang akan dilakukan pengujian. Spesimen yang digunakan adalah hasil dari pengecoran puli yang telah dipotong pada bagian pinggir dari puli tersebut dengan ukuran diameter 40 mm, tebal 15-20 mm.



Gambar 1. Spesimen Uji

Sebelum spesimen dilakukan uji kekerasan, terlebih dahulu permukaan spesimen digosok dengan menggunakan amplas dari yang kasar sampai amplas 1000. Gunakan Autosol atau bahan pemoles pada proses pengamplasan.



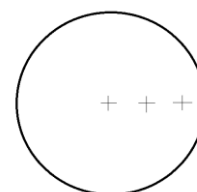
Gambar 2. Proses Pengamplasan

- Menghidupkan alat uji *microhardness vickers* dengan menggunakan identor kerucut intan.



Gambar 3. Alat Uji *Microhardness Vickers*

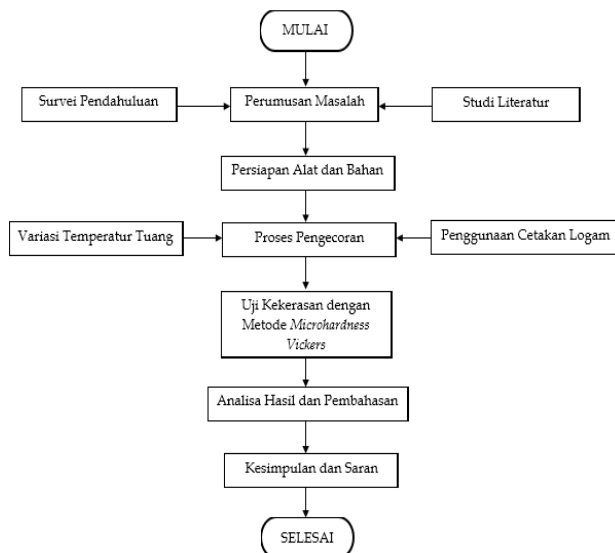
- Atur pembebaan awal yaitu sebesar 0,98 N.
- Lakukan disetiap spesimen pada kenaikan temperatur tuang saat pengecoran. Satu spesimen dilakukan pengujian kekerasan pada 3 area/titik.



Gambar 4. Bagian Spesimen yang Diuji Kekerasan

- Hasil dari pengujian kekerasan dengan menggunakan metode *microhardness vickers* ini adalah nilai HV.

### Flowchart Penelitian



Gambar 5. Proses Penelitian

### Variabel Penelitian

Variabel penelitian adalah suatu atribut atau suatu sifat atau nilai dari orang, obyek atau kegiatan yang mempunyai variasi tertentu yang ditetapkan oleh peneliti untuk dipelajari dan kemudian ditarik kesimpulannya (Sugiyono, 2015).

- Variabel bebas yang digunakan dalam penelitian ini adalah :
  - Temperatur Tuang (680°C, 705°C, 730°C, 755°C dan 780°C)
- Variabel terikat yang dilakukan pada penelitian ini diantaranya:
  - Nilai Kekerasan
- Variabel kontrol dalam penelitian ini adalah :
  - Proses pengecoran menggunakan paduan Al-Si.
  - Menggunakan cetakan logam yang dipanaskan terlebih dahulu sampai temperatur 200°C.
  - Menggunakan tungku peleburan dilengkapi dengan *thermo couple*.
  - Uji kekerasan menggunakan spesimen potongan bagian pinggir puli dengan diameter 40 mm, tebal 15-20 mm.

### Alat, Bahan, dan Instrumen Penelitian

- Alat yang digunakan dalam penelitian adalah sebagai berikut:
  - Tungku Peleburan
  - Sarung tangan
  - Cetakan Logam
  - Penjepit
  - Ladel
- Ingot Aluminium paduan dengan komposisi Si sebesar 5% ini digunakan sebagai bahan baku pada proses pengecoran yang akan dilakukan proses peleburan.

### Teknik Analisis Data

Penelitian ini menggunakan metode kualitatif deskriptif dan kuantitatif deskriptif. Kualitatif deskriptif yaitu dengan mendeskripsikan data secara sistematis, faktual dan akurat mengenai hasil yang diperoleh selama

pengujian yang berupa kata, skema dan gambar. Sedangkan kuantitatif deskriptif adalah penelitian dengan memperoleh data yang berbentuk angka atau data kualitatif yang diangkakan.

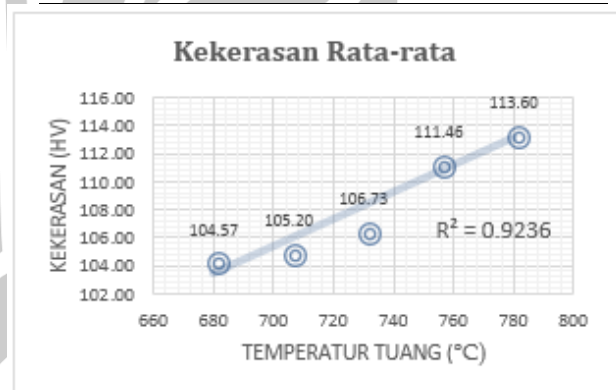
Tujuan dari penggunaan metode kualitatif deskriptif dan kuantitatif deskriptif adalah untuk memperlihatkan hubungan-hubungan antara fenomena yang terdapat dalam penelitian dan juga untuk memberikan jawaban terhadap hipotesis yang diajukan dalam penelitian.

### HASIL DAN PEMBAHASAN

#### • Hasil Uji Kekerasan (*Microhardness Vickers*)

Tabel 1 Hasil Uji Kekerasan

No.	Temp. Tuang	Nilai Kekerasan			Rata-rata
		HV 1	HV 2	HV 3	
1.	680°C	108.0	103.9	101.8	104.57
2.	705°C	107.4	106.1	102.1	105.20
3.	730°C	111.0	107.7	101.5	106.73
4.	755°C	113.5	111.17	109.7	111.46
5.	780°C	116.3	113.1	111.4	113.60



Gambar 6. Grafik Pengaruh Temperatur Tuang Terhadap Kekerasan

Dari tabel 1 menunjukkan nilai kekerasan rata-rata pada puli cor pada temperatur tuang 680°C, 705°C, 730°C, 755°C dan 780°C masing-masing adalah 104.57 HV, 105.20 HV, 106.73 HV, 111.46 HV dan 113.60 HV. Kemudian data tersebut dimasukkan pada grafik seperti pada Gambar 6 diatas yang menunjukkan bahwa temperatur tuang berbanding lurus dengan nilai kekerasan, semakin tinggi temperatur saat logam cair dituang ke dalam cetakan, maka semakin tinggi juga nilai kekerasan. Naiknya nilai kekerasan diakibatkan adanya pembentukan batas butir kristal yang lebih jelas, yang dipengaruhi oleh temperatur penuangan yang semakin tinggi (Ir. Drs. Budiyo, 2008). Ketika logam cair mulai membeku, kristal mulai terbentuk yang diawali dari inti kristal atau kristalisasi dan selanjutnya berkembang membentuk cabang-cabang atau dendrit. Jarak struktur dendrit yang lebih besar disebabkan oleh temperatur tuang yang tinggi. Temperatur tuang yang lebih tinggi akan berpengaruh terhadap lamanya laju

pembekuan logam yaitu pembentukan inti lebih lambat daripada pertumbuhannya.

## PENUTUP

### Simpulan

Dari penelitian optimalisasi temperatur tuang terhadap kekerasan paduan Al-Si dengan menggunakan cetakan logam ini, maka dapat disimpulkan sebagai berikut:

- Nilai kekerasan hasil pengecoran pada temperatur penuangan 680°C, 705°C, 730°C, 755°C, dan 780°C berturut-turut sebesar 104.57 HV, 105.20 HV, 106.73 HV, 111.46 HV, dan 113.60 HV. Jadi dengan meningkatnya temperatur saat logam cair dituang ke dalam cetakan maka nilai kekerasannya juga semakin meningkat.

### Saran

Setelah penelitian selesai dilakukan, penulis merasa beberapa hal yang perlu dikembangkan, diantaranya adalah:

- Melakukan penelitian dengan kondisi ruangan yang lebih stabil.
- Menambahkan pengujian struktur mikro untuk melihat lebih jelas pembentukan batas butir kristal.
- Memberikan temperatur cetakan yang lebih tinggi sebelum logam cair dituang ke dalam cetakan tersebut untuk memperkecil  $\Delta T$  atau *undercooling*.

## DAFTAR PUSTAKA

- Abdul, Halim (2011). "Pengaruh Temperatur Penuangan terhadap Sifat Ketangguhan Impak dan Kekerasan Aluminium Sekrap yang Ditambah Silikon 5%". Diperoleh pada tanggal 10 Desember 2012 dari <http://repository.usu.ac.id/handle/123456789/29224>.
- Ahn, J.J. dan Ochiai. 2002. "The Effect of Wear Environment Temperature on The Wear Behavior and Friction Coefficient of SiCw/Al Composite", *Journal of Composite Materials*, Vol. 37 (12), pp: 1083 – 1093.
- Alian. H., Ibrahim. "Kajian Eksperimental Pengaruh Paduan Timah Aki (10%, 15%, 20%, 25%) pada Coran Tembaga Pipa AC (Air Conditioner) Bekas Terhadap Sifat Mekanik", *Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya. Jurnal Rekayasa Mesin*, Vol. 13 No.1, Maret 2013: 35-53.
- ASM International. 1993. "ASM Specialty Handbook: Aluminium and Aluminium Alloys", Ohio, Chapter: Foundry Products.
- Bahtiar. 2012. "Pengaruh Temperatur Tuang dan Kandungan Silikon Terhadap Cacat Hot Tearing pada Pengecoran Paduan Al-Si", UGM Yogyakarta, hal 1-2.
- Bahtiar. 2012. "Pengaruh Temperatur Tuang dan Kandungan Silikon Terhadap Nilai Kekerasan Paduan Al-Si", *Jurnal Mekanikal*, Vol. 3 No. 2, Juli 2012: 311-315.
- Hafizh, A., Sapto, S., Yudhi, S., Aulia, R., Yuliana., Reny, I., Rhamdani, M., Ahmad, E., 2009, "Aluminium Murni dan Paduannya", Fakultas Teknologi Pertanian Institut Pertanian Bogor. <http://www.slideshare.net/IntanSari15/makalah-aluminium>.
- Hermawan, Parweming sabdo., Helmy Purwanto., Sri M. B. Respati. 2013. "Analisa Pengaruh Variasi Temperatur Tuang Pada Pengecoran Squeeze Terhadap Struktur Mikro Dan Kekerasan Produk Sepatu Kampas Rem Dengan Bahan Aluminium (Al) Silikon (Si) Daur Ulang", *Jurnal Momentum*, Vol. 9 No. 2, Hal. 10-15.
- Ir. Drs. Budiyo. 2008. "Pengaruh Temperatur Penuangan Paduan Al-Si (Seri 4032) Terhadap Hasil Pengecoran", *Jurnal Flywheel*, Vol. 1 No. 2, Desember 2008: 10-15.
- Rogo, Geger Kokok Cong Jiwo. "Pengaruh Variasi Suhu Tuang Terhadap Kekerasan dan Struktur Mikro pada Hasil Remelting Aluminium Tromol Supra X dengan Cetakan Logam", *Jurnal, UNS Surakarta*.
- Setyawan, E. 2011. Pengaruh Variasi Suhu Tuang terhadap Kekerasan dan Struktur Mikro pada Hasil Coran Baja EMS 45. Skripsi FKIP Universitas Sebelas Maret Surakarta.
- Shackelford. 1992. *Introduction to Materials Science for Engineer*. New York, USA: Third Edition. Publishing Company.
- Sugiono. 2015. *Statistika untuk Penelitian*. Bandung: Alfabeta.
- Suharno, Bambang., Is Prima Nanda., Tri Evan. 2007. Pengaruh Temperatur Tuang dan Penambahan Modifier Stronsium Terhadap Fluiditas dan Morfologi Struktur Silikon Paduan Al-7%Si dan Al-11%Si. *Jurnal Sains MIPA*, Vol. 13 No. 3, 2007: 175-180.
- Sulardjaka. 2011. Pengaruh Temperatur Tuang Pada Proses Pengecoran Stir Casting Terhadap Densitas dan Porositas Komposit Aluminium Diperkuat Serbuk Besi. *Jurnal Rotasi*. Vol. 13 No. 3, Juli 2011: 19-21.

Supriyadi. 2009. Analisis Hasil Pengecoran Aluminium dengan Variasi Media Pendingin. Jurnal Jurusan Teknik Mesin Universitas Janabadra Yogyakarta.

Van Vlack, L. H. 1992. Ilmu dan Teknologi Bahan, terjemahan Sriati Djaprie, Erlangga, Jakarta, 1992.

Wijaya, Mochammad Tofa., Zubaidi., Wijoyo. 2017. "Pengaruh Variasi Temperatur Tuang Terhadap Ketangguhan Impak dan Struktur Mikro Pada Pengecoran Aluminium", Jurnal SIMETRIS, Vol. 8 No. 1, April 2017: 219-224.

